

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N°

162

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

FRAIN (Charles, Pierre)

Né le 25 septembre 1904 à Paris

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE RADIOLOGIQUE DU CŒUR
DE LA MENSURATION DES DIAMÈTRES CARDIAQUES

Président : A. CLERC, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE POLYLOTTE VUIBERT

6, rue Martel

432

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

FRAIN (Charles, Pierre)

Né le 25 septembre 1904 à Paris

CONTRIBUTION

A L'ÉTUDE RADIOLOGIQUE DU CŒUR
DE LA MENSURATION DES DIAMÈTRES CARDIAQUES

Président : A. CLERC, Professeur

PARIS

IMPRIMERIE POLYLOTTE VUIBERT

6, rue Martel

FACULTÉ DE MÉDECINE DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

M. BALTHAZARD, doyen.

Professeurs

Anatomie.....	MM. ROUVIÈRE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.....	GRÉGOIRE.
Physiologie.....	BINET.
Physique médicale.....	STROHL.
Chimie médicale.....	DESGREZ.
Bactériologie.....	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BAUDOIN.
Pathologie médicale.....	A. CLERC.
Pathologie chirurgicale.....	LENORMAND.
Anatomie pathologique.....	ROUSSY.
Histologie.....	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique.....	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	M. VILLARET.
Clinique médicale.....	CARNOT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale....	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	G. GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	TEISSIER.
Clinique chirurgicale.....	Pierre DELBET.
	CUNÉO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique.....	TERRIEN.
Clinique urologique.....	LEGUEU.
Clinique obstétricale.....	COUVELAIRE.
	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique.....	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.....	SERGENT.
Clinique de la tuberculose.....	L. BERNARD.
Professeurs sans chaire.....	MAUCLAIRE.
	MULON.



II. — Agrégés en exercice.

MM.		MM.	
ALAJOUANINE	Neurologie et Psychiatrie.	LABBE (Henri)	Chimie biologique.
AUBERTIN	Pathologie médicale.	LAROCHE	Pathologie médicale.
BENARD (Henri)	Pathologie médicale.	N.	Oto-rhino-laryngologie.
BROcq	Pathologie chirurgicale.	LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
BRULÉ	Pathologie médicale.	LEVY-VALENSI.	Neuro-psychiatrie.
BUSQUET	Pharmacologie.	LIAN	Pathologie médicale.
CADENAT	Pathologie chirurgicale.	MONDOR	Pathologie chirurgicale.
CATHALA	Pathologie médicale.	MOREAU	Pathologie médicale.
CHABROL	Pathologie médicale.	MOULONGUET	Pathologie chirurgicale.
CHAILLEY-BERT	Physiologie.	MOURE	Pathologie chirurgicale.
CHEVALLIER	Pathologie médicale.	N.	Parasitologie.
DE GAUDART D'ALLAIS	Pathologie chirurgicale.	OBERLING	Anatomie pathologique.
DOGNON	Physique.	OLIVIER	Anatomie.
DONZELOT	Pathologie médicale.	PIEDELIEVRE	Médecine légale.
ECALLE	Obstétrique.	PORTES	Obstétrique.
FEY	Urologie.	QUENU	Pathologie chirurgicale.
GASTINEL	Bactériologie.	RICHT (fils)	Physiologie.
GATFLLIER	Pathologie chirurgicale.	SANNIÉ	Chimie biologique.
GIROUD	Histologie.	SEZARY	Dermatologie et syphiligraphie.
HARVIER	Pathologie médicale.	VALLERY - RADOT (Pasteur)	Pathologie médicale.
HAZARD	Pharmacologie.	VAUDESCAL	Obstétrique.
HOVELACQUE	Anatomie.	VELTER	Ophthalmologie.
HUGUENIN	Anatomie pathologique.	VERNE	Histologie.
HUTINEL	Pathologie médicale.	VIGNES	Obstétrique.
JOANNON	Hygiène.		

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens.

MM.		MM.	
GUENIOT	Obstétrique.	NEVEU-LEMAIRE..	Parasitologie.
LEQUEUX	Obstétrique.	RETTERER	Histologie.
LEROUX	Anatomie pathologique.	ZIMMERN	Physique.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent.

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	MATHIEU	Clinique chirurgicale.
CHIRAY	Clinique médicale.	MOCQUOT	Clinique chirurgicale.
DEBRE	Clinique médicale.	PROUST	Clinique chirurgicale.
DUVOIR	Clinique médicale.	SCHWARTZ	Clinique chirurgicale.
BASSET	Clinique chirurgicale.	LE LORIER	Clinique obstétricale.
CHEVASSU	Clinique chirurgicale.	LEVY-SOLAL	Clinique chirurgicale.
HEITZ-BOYER	Clinique chirurgicale.	METZGER	Clinique chirurgicale.

V — Chargés de cours.

MM. MAUCLAIRE, professeur sans chaire.	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes. Stomatologie. Education physique. Radiologie clinique. Puériculture.
FREY	
CHAILLEY-BERT	
LEDOUX-LEBARD	
WEIL-HALLE	

VI. — Agrégés libres.

MM. ALGLAVE, ANDRÉ, CASTAIGNE, CHASSEVANT, DEMÉLIN, DESMARET, GLEY, GUÉNIOT, HAURIOT, HEIM, HUMBERT, JOUSSET, LARDENNOIS, LEQUEUX, MACAIGNE, MARION, NETTER, O KINCZYC, RIEFFEL, THIERY, THIROLOIX, WALTHER, ZIMMERN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MON PÈRE

Respectueux témoignage de ma filiale affection.

A MA MÈRE

*Guide tendre et affectionné de ma formation morale et
intellectuelle. Hommage de mon profond amour filial.*

A MA FEMME

Témoignage de notre amour.

A MA FILLE

A mes Maîtres de Condorcet

M. GROS, Professeur de Mathématiques

M. DREYFUS, Professeur de Physique

M. DOROLLES, Professeur de Philosophie

*A qui je dois ma formation scientifique et philosophique,
Expression de notre reconnaissance.*

A mon Maître et Président de thèse

M. le Professeur CLERC
Officier de la Légion d'Honneur

*Qui a bien voulu nous faire l'honneur d'inspirer et de
présider cette thèse,
Hommage de notre profonde gratitude.*

A mon cher et vénéré Maître

M. le Docteur HARET

Radiologiste des Hôpitaux de Paris,

Chef du Laboratoire central de Radiologie de l'Hôpital de Lariboisière.

Officier de la Légion d'Honneur.

A qui nous devons notre formation radiologique.

*En hommage de reconnaissance pour sa haute direction
et les conseils autorisés qu'il ne cesse de nous prodiguer.*

Expression de notre très respectueuse affection.

A mon Maître

M. le Docteur PARAF

Médecin des Hôpitaux de Paris, Médecin de l'Hôpital Laennec.

*Qui n'a cessé de nous manifester son bienveillant appui.
Hommage de notre profonde reconnaissance.*

A M. le Médecin-Commandant CHAUMET
Professeur au Val-de-Grâce.
Chevalier de la Légion d'honneur.

*Qui a bien voulu nous réserver un bienveillant accueil
dans son service.*

Hommage de notre respectueuse reconnaissance.

A MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

Stage

- 1923 — M. le Docteur GUINON (*In memoriam*)
1923 - 1924 — M. le Professeur SERGENT
M. le Docteur PRUVOST
M. le Professeur HARTMANN
1924 - 1925 — M. le Professeur LEMIERRE
M. le Docteur BAUDET
1925 — M. le Docteur BAUDET

Externat

- 1926 — M. le Professeur LÉON BERNARD
M. le Docteur PARAF
1927 — M. le Docteur PAISSEAU
1928 — M. le Docteur HARET
M. le Professeur LEMIERRE
1929 — M. le Docteur DEVRAIGNE

Faisant fonction d'assistant d'Electro-Radiologie

- M. le Docteur HARET
1929 - 1930 — M. le Professeur agrégé LIAN
1930 — M. le Docteur HARET
1931 — M. le Docteur HARET
M. le Professeur CLERC

AVANT-PROPOS

Au cours des affections du cœur, l'anatomie pathologique montre le retentissement de l'affection sur les cavités de l'organe qui se dilate en tout ou partie. Déjà avant la découverte de Röntgen, la clinique avait essayé, par la percussion, de mettre en évidence cette dilatation totale ou partielle, par l'étude de la matité projetée par le cœur sur le plastron sterno-costal, étude qui avait conduit à la double notion d'aire de matité relative, et d'aire de matité absolue.

Avec les Rayons X, l'étude de la mensuration de l'aire cardiaque devient plus précise. L'interprétation anatomique des contours de l'ombre obtenue aboutit à la mensuration de diamètres, s'efforçant de caractériser, en propre, par un nombre, chacune des cavités cardiaques.

La radioscopie permet l'étude des battements du cœur et tout de suite, une zone de l'ombre considérée, prend une telle importance que son repérage est encore à la base de la construction des diamètres caractéristiques : nous voulons dire le point G.

Tout examen radiologique du cœur comprend donc : un premier temps, que nous appellerons « temps de regard », durant lequel l'observateur attentif étudiera la forme de l'organe, ses déplacements respiratoires, ses battements du double point de vue de la *qualité* (amplitude, propagation), de la *quantité* (nombre) et ceci prend une importance particulière dans des affections telles que la dissociation auriculo-ventriculaire ; enfin il étudiera le cœur dans les positions obliques « non seulement en maintenant le corps « sous un angle déterminé, mais pendant la mobilisation du « thorax. » Dans le second temps, le radiologiste, par un procédé radioscopique ou radiographique, s'efforcera de mesurer les diamètres cardiaques.

Nous nous proposons, dans ce travail, d'étudier les procédés de mensuration utilisés en cardio-radiologie. Disons de suite que nous acceptons les diamètres aujourd'hui classiques établis par MM. Vaquez et Bordet. Après un aperçu historique de la question, nous retiendrons pour les exposer par le détail, les procédés utilisés à l'heure actuelle. Nous montrerons ensuite comment nous avons été conduit à réaliser un procédé radio-géométrique. Après un essai de la détermination de l'erreur commise au cours de la mensuration, nous comparerons l'orthodiagramme, la téléradiographie après correction selon la méthode de M. Surmont, et notre procédé dit de la double projection.

CHAPITRE PREMIER

APERÇU HISTORIQUE DES MÉTHODES DE MENSURATION EN CARDIO-RADIOLOGIE

Si en biologie, on veut arriver à connaître les lois de la vie... il faut fixer numériquement les relations d'intensité dans lesquelles ils (les phénomènes) sont les uns par rapport aux autres.

CL. BERNARD. *Introd. à la Méd. Exp.* II, 9.

L'intérêt que la sémiologie pouvait tirer de la découverte de Röntgen, faite en 1895, apparut de suite aux médecins qui utilisèrent aussitôt ce moyen puissant d'investigation. (1)

De l'observation des organes à l'écran, il résulte l'idée de mensuration possible ; les défauts de l'image par rapport à l'objet considéré (agrandissement — déformation) montrent qu'il faut recourir à un artifice et la considération du rayon normal aboutit à la transformation de la projection conique en projection orthogonale qui donne une image égale en grandeur à l'objet considéré, aux erreurs près inhérentes à toute méthode de mensuration.

Une vue d'ensemble sur les méthodes de mensuration permet de distinguer trois périodes :

La première de 1898 à 1904, période des orthodiagraphes ;

La seconde de 1900 à 1914, durant laquelle triomphe l'orthodiagramme à main levée, la troisième de 1905 à nos jours, au cours de laquelle, après quelques tentatives, la méthode radiographique prendra son importance.

1898-1904. — Pour avoir des images radioscopiques en vraie grandeur, un premier point de technique s'impose : faire décrire le contour de l'objet par le rayon normal, d'où rendre le tube mobile. En 1898, Guillemot fait construire pour le service du Professeur Bouchard un cadre permettant le déplacement de l'ampoule dans

(1) BOUCHARD et GUILLEMINOT (1896).

les deux directions définissant le plan : déplacement horizontal, déplacement vertical. M. A. Béclère repère le rayon normal à l'aide d'une double croisée de fil, n'en utilisant qu'une seule pour la prise du tracé.

Le même auteur, en 1900, insiste sur l'emploi du diaphragme-iris en radioscopie et son utilisation pour déterminer le point d'incidence du rayon normal.

La même année, Guillemainot adjoint un pantographe, qui, rendu solidaire des mouvements du tube, inscrit directement le tracé.

D'autres auteurs réalisent des orthodiagraphes : Moritz et Grünmach (1900), William (de Boston), Destot (1902), Lévy-Dorn (1899-1904).

L'orthodiagraphe de Destot dérive de celui de Moritz : ce dernier reposant sur le double principe, tout d'abord d'une articulation permettant de passer du mouvement horizontal au mouvement vertical dans le même plan, ensuite, de rendre solidaire le tube et le petit écran explorateur. Un style inscripteur marque chaque point d'incidence. Destot l'a modifié pour permettre, soit un examen général de la région examinée, soit un examen localisé. Quant au style inscripteur, il permet l'enregistrement du tracé soit sur le sujet, soit sur papier mesureur.

D'autres recherches sont faites simultanément pour essayer de mesurer les diamètres cardiaques : en 1898, Variot et Chicotot, après des recherches à l'amphithéâtre, utilisent un procédé radio-géométrique : ils établissent une formule de correction partant de l'observation d'une part du cœur, d'autre part de repères opaques cutanés placés au niveau du mamelon et du sternum.

« Le procédé est pratiquement inutilisable », déclare Arcelin dans sa thèse (Lyon 1906). Nous avons relevé cependant une étude basée sur cette échelle de correction, étude « sur l'examen du cœur à la radioscopie au point de vue de l'aptitude au service militaire » par E. Loison, publiée aux *Archives d'Electricité Médicale* (10 mars 1904). Dans le domaine de la stéréométrie, des procédés sont établis : Imbert et Bertin-Sans, en 1896, puis Destot et Bérard, enfin en 1900 Marie et Rebaut qui rendent la méthode mathématique. Destot et Sauve tentent une application à la radioscopie du principe de vision monoculaire alternante d'Almeida et Storch; Rouillès et Lacroix, puis Guilloz reprennent la méthode, ce dernier excitant alternativement deux tubes et examinant les ombres, obtenues à

l'écran, à l'aide d'un appareil à éclipse. Ces procédés sont vite abandonnés, parce que trop compliqués.

1900-1914. — La technique se simplifie, et en 1900 MM. Bouchard et Balthazard, à la Charité, prennent le graphique sans le secours d'orthodiagraphe. Le graphique à main levée se généralise à tel point dans les années qui suivent, qu'en mars 1910 M. A. Becclère, dans une communication à la Société de Radiologie Médicale de France, relative à un voyage en Allemagne et en Autriche, signale le fait d'orthodiagraphes « du modèle le plus ingénieux, le plus compliqué et le plus précis, ce qui veut dire aussi du modèle le plus encombrant et le plus coûteux, relégués à l'écart comme instruments hors d'usage ». Il ajoute : « Aujourd'hui, on connaît mieux la part d'erreur évitable en orthodiagraphie, quel que soit le perfectionnement des appareils. On ne cesse pas de chercher l'exactitude dans la mensuration des organes invisibles, mais on admet qu'à une apparence trompeuse de précision parfaite, il convient de préférer un défaut de précision reconnue, s'il ne dépasse pas certaines limites. Au point de vue médical, il est incontestable... que le diagnostic, le pronostic et le traitement des maladies du cœur ne dépendent pas de un ou deux millimètres de plus ou de moins dans les dimensions de cet organe... Ces raisons expliquent comment nombre de médecins-radiologistes ont renoncé à poursuivre en orthodiagraphie un idéal mathématique et se résignent à ce que l'on pourrait appeler l'orthodiagraphie de précision. »

Appliquée dans toute sa rigueur, la radioscopie dite de précision aboutit « à un vaste cadre magistral rédigé en plusieurs volumes par MM. Vaquez et Bordet » (Laubry). Œuvre qui a marqué une date dans l'histoire de la radiologie du cœur.

**

1905 à nos jours. — Deux tentatives sont faites en 1905 pour substituer à la méthode radioscopique, la méthode radiographique, rendant ainsi indépendants de l'observateur, les résultats obtenus au cours des mensurations. Au Congrès de Radiologie de Berlin (1905) Innemann présente un procédé radiographique, l'orthoradiographie. L'auteur place entre l'écran et le sujet à examiner une plaque radiographique et il décrit les contours du cœur avec le rayon normal.

La même année, A. Kölher, de Wiesbaden, publie au *Wiener*

Klin. Rundschau (n° 16) les résultats obtenus en téléradiographie. La distance focus-plaque était de deux mètres et l'auteur posa deux minutes. Il renouvelle sa tentative en 1908 et publie les résultats de cette seconde expérience dans le *Deutsche Me. Woch.* (n° 5) et aux *Archives of the Röntgen Ray and Allied Phenomena* (avril 1908). Sous le titre *The Theory and technic of telercæntgenography*, Kölher montre les difficultés d'appréciation du vrai contour du cœur : la divergence des rayons à partir du point d'impact, la distance du cœur à l'écran. Il insiste sur la valeur indiscutable des orthodiagrammes pris avec l'orthodiagraphe de Moritz, mais une cause d'erreur subsiste : l'équation personnelle de l'observateur. « La main humaine qui marque le tracé orthodiagraphique est incapable de suivre les courbes et les angles de la silhouette du cœur et des grands vaisseaux aussi exactement que le fait la plaque photographique. » Pour une distance focus-plaque de 2 mètres, il posa 35 secondes.

Albers Schönberg, dans un article au *Fortsch auf dem Gebiete der Rontgen* (Bd XII, p. 38), parle de la détermination de l'aire cardiaque au moyen de la photographie orthogonale. Il utilise une distance focus-plaque de 2 m. 25 et localise les rayons X à l'aide d'une pyramide de plomb. Il conclut : l'orthodiagraphie a vécu.

Meyer et Pfeiffer, *Med. Gesells. in Kiel* (2 février 1911), insistent sur la nécessité d'une projection parallèle et non centrale. Ils donnent leur préférence à la téléradiographie, supérieure à l'orthodiagraphie (orthodiagraphe de Moritz) méthode subjective d'où variation suivant le degré d'expérience de celui qui examine.

Alwens, *Münich. Med. Wochens* (4 avril 1911), décrit l'instrumentation de Dessauer pour la téléradiographie « Eclair » et conclut l'orthodiagraphie est inférieure à la radiographie à 2 mètres.

Réchou (1913) publie aux *Archives d'Electricité Médicale* (n° 10) un appareil de téléradioscopie s'adaptant à tous les châssis radiologiques.

En juin 1914, au *Journal d'Electro-Radiologie*, Josué avec MM. Delherm et Laquerrière publient une note relative à « l'instrumentation et la technique de la téléradiographie du cœur et de l'aorte ».

Au *Roussky Vrach.* (Tome XIII, n° 5) Alelokoff, en 1914, publie un procédé radio-géométrique. Pour déterminer les dimensions du cœur, il considère deux images de l'organe prises, l'une, le tube à la distance D de l'écran, l'autre, l'ampoule étant à 2 D.

l et l' étant les dimensions respectives des deux images, le diamètre horizontal du cœur est donné par la formule : $\frac{ll'}{2l'-l}$.

En 1918, M. le Professeur Cluzet utilise la téléradioscopie (*Journal d'Electro-Radiologie*, décembre 1918).

En 1930, Klason publie une étude sur l'orthoprojection du cœur sur un plan horizontal (*Acta Radiologia*).

La même année, à la Société de Radiologie Médicale de France, deux communications sont faites relatives à la mensuration des diamètres cardiaques : l'une en juillet, par M. Surmont qui insiste sur la nécessité d'une correction des mensurations faites en télé-radiographie et expose un procédé ; l'autre par M. Nebout, en novembre, qui présente un procédé orthodiagraphique : l'auteur prend quatre radiographies sur le même film, en centrant le rayon normal successivement sur le G, G', D, D', méthode qui nécessite une radioscopie entre chaque prise de clichés. Cette dernière technique d'ailleurs rappelle l'orthodiagraphie préconisée, en 1905, par Immelmann.

En 1931, M. Charpy présente à la Société de Radiologie Médicale de France, des radiographies prises à l'aide d'un dispositif orthoradiographique basé sur le principe du lignage et de l'espace-ment du chariot des machines à écrire : l'auteur peut prendre par son dispositif, cent images contiguës de 2 cm. $\times$ 2 cm., groupées par 10 cm. hauteur, et largeur ; l'ensemble des radiographies est pris en une minute environ.

En 1932, M. Thoyer-Rozat montre avec Codet et Fischgold, l'emploi de la méthode kymographique pour la détermination du point G.

Telle est brièvement exposée, l'histoire de l'évolution des moyens de mensuration en cardio-radiologie.

CHAPITRE II

DE LA MENSURATION DES DIAMÈTRES DU CŒUR

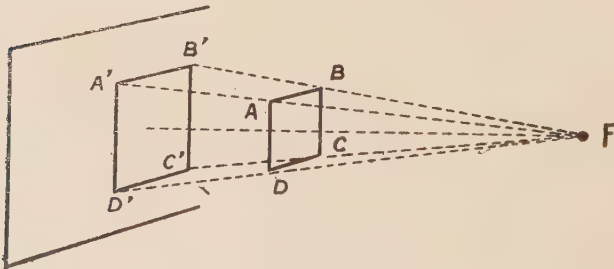
I. — DES MÉTHODES ACTUELLES.

De l'aperçu historique, il résulte que deux méthodes restent actuellement en présence : l'orthodiagraphie et la téléradiographie.

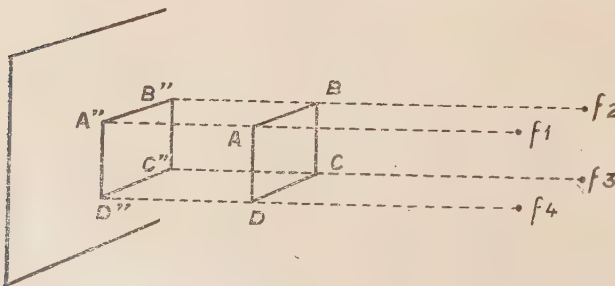
Reprenons par le détail ces deux procédés.

§ 1. — Orthodiagraphie.

Dans le but d'éviter les déformations de l'image radioscopique, les radiologistes, grâce à la possibilité de déplacer le tube dans les deux directions du plan, observent le contour de l'organe au niveau d'une petite plaque lumineuse, obtenue grâce au diaphragme, petite plaque lumineuse au centre de laquelle est le point d'intersection



Le foyer F étant fixe, l'image $A'B'C'D'$ de l'objet $ABCD$ est agrandie (projection conique).



Le foyer F décrivant l'objet $ABCD$ (f_1, f_2, f_3, f_4) l'image obtenue $A''B''C''D''$ est égale à l'objet (projection orthogonale).

du rayon normal avec le plan de l'écran : il résulte que le rayon normal est tangent au point considéré du cœur, et l'image observée sur l'écran représente la projection orthogonale du point de tangence. En répétant l'examen pour chacun des points du contour, l'ensemble des projections des points considérés détermine rigoureusement la projection du cœur.

Le dispositif porte-ampoule doit donc réunir deux conditions pour rendre exécutable l'orthodiagraphie : en premier lieu, le déplacement horizontal et vertical du tube, déplacement qui devra pouvoir se faire sans effort, en même temps que se fera la commande du diaphragme ; en second, le parallélisme absolu entre le plan de l'écran et le plan de déplacement du tube. En possession d'un tel cadre porte-ampoule, il faut centrer le tube de telle sorte que le rayon normal tombe au milieu de la plage lumineuse limitée par le diaphragme : on peut utiliser avantageusement un double croisillon ; au moment où le centrage est correct, il n'est vu à l'écran qu'une seule croisée de fils et de contours nets.

Pour pratiquer l'orthodiagramme, le radiologiste immobilise tout d'abord le sujet en position debout et en frontale antérieure : le sujet faisant ainsi face à l'observateur. « Il doit joindre les talons pour que son axe bi-scapulaire soit dans un plan horizontal et appuyer la paroi sterno-costale contre le dos de l'écran afin de diminuer le plus possible l'éloignement des viscères de leur plan de projection ». Pour éviter les oscillations du corps, il est une bonne précaution qui consiste à faire reposer le menton sur le cadre de l'écran. M. Bordet ajoute : « La distance de l'écran à l'anticathode... doit être toujours la même... Il est préférable de s'y tenir afin d'obtenir sur tous les malades des déformations d'amplitude analogue et de recevoir pendant l'examen d'ensemble une impression que l'orthodiagraphie ne contredira pas. »

Les précautions précédentes étant prises : centrage correct du rayon normal, immobilité du sujet, position strictement frontale antérieure (dont on peut et on doit vérifier l'exactitude par l'examen des deux interlignes sterno-claviculaires) le radiologiste pratique la prise de l'orthodiagramme, éclairant chaque point du contour du cœur par une plage lumineuse de petite dimension et marquant au centre de la dite plage, la projection du point observé. Ajoutons que le malade doit être en respiration calme, d'une part, que d'autre part, la prise des contours du cœur doit être rapide. M. le Professeur Chaumet, insiste également sur ces deux points,

qui sont d'extrême importance pour aboutir à un résultat satisfaisant.

§ 2. — *Téléradiographie.*

L'orthodiagramme laisse toujours un doute, quant à la précision de l'image obtenue. En dehors d'une part de facteurs personnels tenant à l'observateur et à son entraînement à ce procédé d'examen (1), de facteurs d'ordre physique d'autre part (centrage, épaisseur de la glace de plomb) il est un facteur d'ordre physiologique de la plus haute importance qu'il convient de rappeler.

La vision radioscopique en effet comprend une perception de lumière, une perception de forme, double impression qui correspond en apparence du moins à deux fonctions différentes de la rétine ; ce que M. Ledoux-Lebard développe ainsi : « La physiologie de la vision en radioscopie comprend d'une part la sensibilité à la lumière, fournie par l'écran radioscopique, la sensibilité lumineuse, d'autre part la faculté de distinguer les limites et les contours de diverses portions inégalement lumineuses de l'écran, acuité visuelle ou sensibilité visuelle proprement dite ». Or, le minimum de lumière perceptible dépend de l'éclairage ambiant auquel cet œil est soumis et adapté : d'où il résulte, vu les conditions de l'examen radioscopique (chambre noire, écran faiblement éclairé) que les images radioscopiques sont observées avec une acuité visuelle très inférieure à l'acuité normale. Si nous ajoutons à cela, d'après les recherches de M. A. Béclère, que pour une même personne le degré d'accroissement de sensibilité lumineuse varie d'un jour à l'autre, et qu'entre des observateurs différents, il y a une inégalité permanente, il est aisé d'entrevoir l'une des supériorités du document radiographique, pour l'observation duquel, il n'y a plus à faire intervenir un minimum de lumière perceptible, puisque l'examen est pratiqué dans les meilleures conditions de visibilité.

De plus, second avantage, les radiologistes ont cherché à diminuer l'agrandissement de l'image obtenue, par l'éloignement du point d'impact de l'écran, au point que, l'obliquité du cône de Rayons X diminuant, l'agrandissement devienne négligeable. Kölher précise : « Les rayons qui forment les tangentes avec la ligne de la circonférence du cœur la rasent alors sous des angles à peu près

(1) Ce qui pourrait être corrigé grâce à l'intervention de l'équation personnelle.

pareils. » Il est hors de doute que, grâce à la technique radiologique actuelle qui permet d'utiliser des distances de l'ordre de quelques mètres (téléradiographie) l'angle du cône de Rayons X diminue à mesure que l'on éloigne le tube de la plaque, mais les rayons de Röntgen gardent malgré tout un certain degré d'obliquité sur le plan vertical où se forme l'image : il résulte que celle-ci présente toujours un agrandissement, plus la distance focus-plaque augmente, plus l'agrandissement diminue, mais il demeure impossible d'obtenir une image égale en grandeur à l'objet considéré.

Quelles sont donc les distances auxquelles la téléradiographie a été et est pratiquée ? Kölher, en 1905, utilise la distance de 2 mètres. Albers Schönberg (1908) porte le tube à 2 m. 25 de l'écran. En 1911, Alwens, avec l'instrumentation Dessaiër, pratique la téléradiographie du cœur à 2 mètres ; la même année, Meyer et Pfeiffer préconisent les radiographies également à 2 mètres. En 1914, MM. Josué, Delherm et Laquerrière utilisent la distance de 3 mètres. En 1918, M. le Professeur Cluzet examine le cœur d'athlètes en téléradioscopie à 2 m. 50. Hodges (Pékin), en 1924, préfère une distance focus-plaque de 2 mètres. En 1926, Jaubert de Beaujeu (Tunis), présente à la Société de Radiologie Médicale de France, des téléradiographies prises à 2 m. 25. En 1928, le même auteur fait de la téléradiographie à 3 m. 50 ; presque simultanément, un essai de radiographie à 6 mètres est tenté par Stéphan. MM. Vaquez et Bordet écrivent dans leur traité : *Radiologie du cœur et des vaisseaux de la base* (édition 1928) : « La distance de 2 mètres nous paraît insuffisante, nous préférons celle de 3 mètres ou au moins celle de 2 m. 50 ».

En 1929, Chantraine revient à la distance focus-plaque de 2 mètres. En 1930, dans le service de mon Maître, M. le docteur Haret, les examens du cœur sont pratiqués en téléradioscopie à 1 m. 50 (après correction) au protecteur intégral du docteur Belot. La même année, dans une communication à la Société de Médecine des Hôpitaux (1930), MM. Aubourg et Vignal ramènent la distance focus-plaque à 2 mètres, voir même, si besoin en est, à 1 m. 50. En 1931, Jaubert de Beaujeu présente à la Société de Radiologie Médicale de France, des téléradiographies cardio-pulmonaires prises en instantané à 5 mètres de distance focus-plaque.

De l'emploi de ces distances, quel agrandissement résulte-t-il pour l'image ? Alban Kölher donne pour une distance focus-film

de 1 m. 50 un agrandissement de 2 à 4 millimètres, il tombe à un millimètre sept, pour la distance de 2 mètres. Josué, avec MM. Delherm et Laquerrière l'évaluent à 3 millimètres pour une distance tube-film de 3 mètres ; Jaubert de Beaujeu la fixe à 3 millimètres pour la distance ampoule-plaque de 3 m. 50. Aussi la nécessité de corriger les diamètres mesurés sur une téléradiographie s'est-elle imposée pour connaître la valeur réelle des diamètres du cœur.

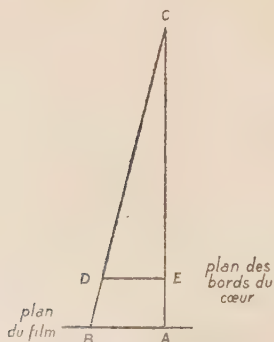
§ 3. — *Méthode de correction de M. Surmont*

C'est pourquoi M. Surmont (de Paris) a exposé une méthode de correction à la Société de Radiologie Médicale de France. En outre, cet auteur a fait réaliser un dispositif permettant, à l'aide d'un index opaque de déterminer le point G sur le film radiographique.

Remarquons en effet, qu'au point de vue mensuration des diamètres cardiaques, le document radiographique ne peut être utilisé, sans le repérage préalable, en radioscopie, du point base de la construction, le point G.

Le principe de cette méthode de correction réside en la construction d'un nouveau tracé du cœur, à partir du contour cardiaque obtenu sur le film radiographique, nouveau tracé sur lequel seront pratiquées les mensurations exactes des diamètres.

Dans ce but, l'auteur part de la considération de la figure géométrique suivante, où connaissant :



CA, la distance focus-film.

AB, la distance d'un point B du contour à l'intersection A du rayon normal et du plan du film.

AE, la distance du « plan des bords du cœur » au plan du film, il est possible de connaître DE, distance du point D du contour de l'organe au rayon normal.

Restait à connaître la distance AE. L'auteur en a fixé ainsi la valeur : « Les bords du cœur ont été calculés comme étant à

10 centimètres environ de la plaque, et à égale distance de cette plaque, ce qui correspond sensiblement à la réalité. » (1)

Il est nécessaire, pour la mensuration, d'obtenir des contours nets de l'ombre cardiaque. Surmont a montré la possibilité de prendre le cœur en diastole, mais à la condition que le temps de pose soit de l'ordre du dixième de seconde. Le rayon normal est repéré, comme le point G à l'aide d'un index opaque. Un tableau a été calculé afin de pouvoir pratiquer la correction de distance à partir d'un document téléradiographique obtenu pour des distances focus-film variant de 1 m. 50 à 3 mètres.

Nous montrerons l'emploi de la méthode à propos de l'examen d'un des malades que nous avons observés.

II. — LA DOUBLE PROJECTION

Dans la prise d'une téléradiographie du thorax en vue de l'examen du cœur, le radiologiste n'est maître que de deux facteurs, sur les trois dont dépend la qualité d'une bonne radiographie, à savoir la tension aux bornes du tube et l'intensité. Le troisième facteur, le temps, est fonction des lois physiologiques de la révolution cardiaque : l'étude de l'électrocardiogramme a montré que, pour être sûr de radiographier le cœur en diastole, le temps de pose ne devait pas dépasser cinq dixièmes de seconde ; à cette seule condition, le bord du cœur est net. Or l'emploi de distances de plus en plus grandes entraîne consécutivement une perte de l'intensité du rayonnement X (l'intensité étant fonction inverse du carré de la distance). Cette perte doit être compensée, et pour laisser le facteur temps constant, le radiologiste est obligé de jouer sur la qualité et la quantité, c'est-à-dire la tension et l'intensité du courant aux bornes du tube.

Ainsi Jaubert de Beaujeu utilise une tension de 180 à 200 kilovolts ; Surmont indique pour une distance focus-plaque de 3 mètres, 115 kilovolts en charge et 90 milliampères d'intensité. Or comme le faisait remarquer M. Foubert à la Société de Radiologie Médicale de France, peu de lignes électriques peuvent débiter de tels courants sans une chute de tension appréciable, qui, en admettant même qu'elle ne soit pas sensible pour le premier

(1) Surmont.

dixième de seconde, retentira sur les conditions électriques ayant donné naissance au rayonnement X pour les dixièmes de seconde suivants. Notons en outre, que de telles conditions nécessitent des appareillages puissants, non à la portée de tous les praticiens, et d'autre part, la fatigue excessive supportée par les tubes qui ne peuvent travailler longtemps à un tel régime.

Aussi nous avons été amené à envisager un procédé radio-géométrique, qui, permettant de travailler sous des conditions de tension et d'intensité que nous qualifierons de courantes, permet ainsi, avec des appareillages de moyenne puissance (tension 100 kv. max., Int. : 50 millis) d'utiliser les avantages de la méthode radiographique, le temps imposé par les lois de la révolution cardiaque n'étant pas modifié.

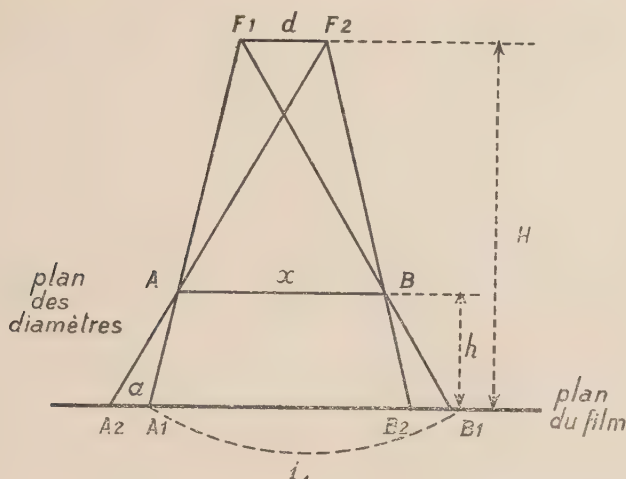
Une notion, que nous estimons importante, a servi de base à l'établissement de la construction géométrique, celle de plan de plus grands diamètres du cœur. Cette notion a fort peu retenu l'attention des auteurs ; nous ne l'avons trouvée signalée que deux fois : M. Belot, cité par MM. Josué, Delherm et Laquerrière, en 1914, avait établi une formule de correction basée sur le plan ; M. Surmont, en 1930, l'a reprise également pour base de sa méthode.

Notion évidente, de par la forme ovoïde du cœur, nous l'avons cependant vérifiée : anatomiquement, des coupes minces sur pièces formolées, coupes exécutées parallèlement à la face antérieure du cœur, nous ont confirmé l'existence de ce plan ; optiquement, l'étude des opacités de l'ombre cardiaque au photomètre, nous a conduit à une deuxième vérification.

Précisons que ce plan de plus grands diamètres n'est pas le plan de diamètres maxima ; ce dernier est oblique au plan frontal antérieur, dirigé qu'il est de droite à gauche, d'arrière en avant, faisant avec le plan frontal un angle d'environ 20 degrés.

L'ombre du cœur obtenue par les rayons X correspond à l'image du plan de plus grands diamètres pour la position frontale antérieure. Il est possible de connaître les dimensions de ce plan : pour ce, ne connaissant pas la distance (plan des plus grands diamètres, plan du film) nous sommes partis de la connaissance de deux projections dudit plan, obtenues en déplaçant le tube parallèlement à l'un des diamètres de ce plan, en particulier le diamètre horizontal dans l'étude qui nous occupe. Le système constitué par

le point d'impact du tube, le plan de plus grands diamètres du cœur, et l'image obtenue au plan du film constitue un système d'homothétie sur lequel l'application des lois de la géométrie permettrait de calculer le rapport liant les dimensions de l'image à celles de l'objet. Ce que nous allons démontrer : Dans le plan perpendiculaire au plan du film et passant par le diamètre horizontal du plan de plus grands diamètres, nous obtenons la figure où :



F_1, F_2 , représentent les positions respectives du tube, AB , le diamètre cherché. A_1B_1, A_2B_2 , les images de AB par rapport à F_1 et à F_2 , A_1A_2, B_1B_2 le décalage des deux images.

Le double système de triangles semblables ($F_1 AB, F_1 A_1 B_1$) ($F_1 F_2 A, A A_1 A_2$) fournissent des relations entre l'inconnu AB , et les grandeurs connues $F_1 F_2, A_1 A_2$, et $A_1 B_1$.

Soient H , la distance du foyer du tube au plan de l'écran ; h , la distance du plan de plus grands diamètres (pour la position $F A$) au plan du film. Nous avons :

$$[1] \quad \left| \begin{array}{l} \frac{AB}{A_1B_1} = \frac{x}{i_1} = \frac{H-h}{H} \\ \frac{F_1F_2}{A_1A_2} = \frac{d}{a} = \frac{H-h}{h} \end{array} \right.$$

de [1] nous calculons deux expressions de la valeur de h .

$$[2] \left\{ \begin{array}{l} hi_1 = H (i_1 - x) \\ h (d + a) = aH \end{array} \right. \quad \text{d'où} \quad \left\{ \begin{array}{l} h = \frac{H (i_1 - x)}{i_1} \\ h = \frac{aH}{d + a} \end{array} \right.$$

donc :

$$\frac{H (i_1 - x)}{i_1} = \frac{aH}{(d + a)}$$

la valeur de x est :

$$\begin{aligned} x (d + a) &= i_1 d \\ x &= i_1 \left(\frac{d}{d + a} \right) \end{aligned}$$

le terme $\left(\frac{d}{d + a} \right)$ est le rapport d'homothétie cherché permettant, ayant les dimensions de l'image, de connaître celles de l'objet, son homologue.

Notons, d'une part, que les triangles de sommet en F_1, F_2 ont pour rapport de similitude $\frac{H - h}{H}$.

D'autre part, que les triangles de sommet en A et B, ont pour rapport $\frac{H - h}{h}$ d'où $A_1 B_1 = A_2 B_2$, c'est-à-dire $i_1 = i_2$ et $A_1 A_2 = B_1 B_2$.

Donc, il résulte que :

1) Le rapport k de similitude est fonction du décalage du tube d , et du décalage des images a

$$k = F (d, a)$$

2) La valeur du rapport k est

$$\frac{d}{d + a}$$

nous l'appellerons *l'indice de correction*.

3) La valeur de l'indice de correction est indépendante de la distance focus-film H ; par suite la valeur des diamètres.

Notre technique est la suivante : Le sujet étant strictement en position frontale antérieure (ce dont on s'assure par l'observation des interlignes sterno-claviculaires), on détermine en radioscopie le point G que l'on repère à l'aide d'un index opaque ; puis on prend sur le même film, deux images en décalant le tube paral-

lèlement au plan de l'écran entre la prise des deux clichés. Les caractéristiques sont les suivantes :

Tension : 105 kv. max. à vide ;

Intensité : 50 milliampères ;

Milliampèreseconde — 2 à 5, selon l'épaisseur du sujet.

La radiographie est prise à la pulsation radiale, le cœur étant en diastole.

Le décalage du tube a été déterminé expérimentalement en partant des deux considérations :

- 1) Obtenir sur le film radiographique un décalage lisible des images ;
- 2) Etre aussi peu que ce soit en position extra-centrale.

Pour la distance focus-film de 60 centimètres, nous avons arrêté la valeur du décalage du tube à 6 centimètres. Ayant eu par la suite à prendre la distance de 1 mètre, nous sommes partis d'un décalage de 1 centimètre par 10 centimètres de distance focus-film.

A la rigueur, il est possible d'établir la valeur de *l'indice de correction* en radioscopie, par décalage du tube d'une distance $\frac{d}{2}$, de part et d'autre du point d'incidence du rayon normal au centre de l'ombre cardiaque, en notant chaque fois l'extrémité (droite ou gauche) du diamètre horizontal. Il y aura lieu de tenir compte de l'épaisseur de la glace protectrice recouvrant l'écran.

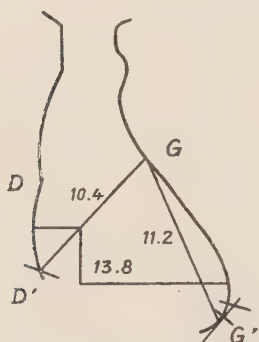
III. — ETUDE COMPARÉE DE L'ORTHODIAGRAMME, DE LA TÉLÉRADIOGRAPHIE (CORRECTION DU D^r SURMONT) DE LA DOUBLE PROJECTION.

§ 1. — *Mensurations.*

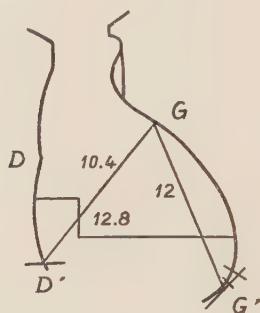
Nous avons examiné vingt-cinq sujets, porteurs de cœurs normaux ou pathologiques. Chaque fois, nous avons déterminé la valeur des diamètres cardiaques, GG', DG', DD', D'G et H à l'aide des trois méthodes.

Voici les résultats de nos mensurations ; pour chaque malade, nous donnons l'épaisseur du sujet (diamètre antéro-postérieur passant par l'appendice xyphoïde) et au sujet de la double projection,

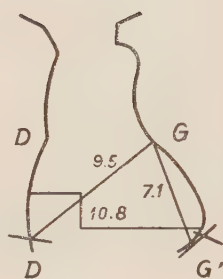
nous indiquons la valeur du décalage du tube d, celui des deux images a, et le rapport $k = \frac{d}{d+a}$.



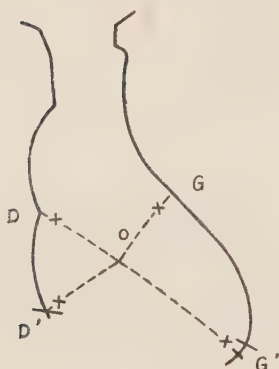
Malade n° 1.



Malade n° 14.



Malade n° 17.



Application de la correction (méthode du Dr Surmont) (malade n° 1), on mesure les distances OG, OG', OD, OD'. La radiographie étant pratiquée à 1 m. 50, chaque centimètre présente un agrandissement de 0^{mm}7. Après correction on a les points (x) qui représentent respectivement la distance de G, G', D, D' au rayon normal, au niveau du cœur examiné.

Malade n° 1. — M. Grav...., âge : 46 ans. Maladie de Hodgson.

Epaisseur : 20 cm. 6.

d = 6 cm.

a = 1 cm. 2

k = 0,833

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	11 cm. 2	10 cm. 2	10 cm. 3
DG' =	15 cm. 2	14 cm. 8	14 cm. 5
DD' =	6 cm. 5	6 cm. 1	5 cm. 8
D'G =	10 cm. 4	10 cm. 7	10 cm. 6
H =	13 cm. 8	13 cm.	13 cm.



Mulade n° 1.

Epaisseur : 19 cm. 3. d = 3 cm.
a = 0 cm. 5
k = 0,86

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 4	8 cm. 6	8 cm. 8
DG' =	11 cm. 5	12 cm. 5	11 cm. 78
DD' =	4 cm. 2	5 cm. 4	5 cm.
D'G =	8 cm. 6	7 cm. 8	8 cm. 3
H =	11 cm. 4	11 cm. 2	11 cm. 3

Malade n° 6. — Mad. Gi....., âge : 23 ans. Cœur normal chez bacillaire.

Epaisseur : 20 cm. d = 6 cm.
a = 1 cm.
k = 0,85

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	6 cm. 7	6 cm. 2	6 cm. 4
DG' =	10 cm. 1	9 cm. 7	10 cm. 2
DD' =	5 cm. 4	5 cm. 9	5 cm. 7
D'G =	8 cm. 5	8 cm. 7	8 cm. 9
H =	8 cm. 8	8 cm. 1	8 cm. 3

Malade n° 7. — Mad. Tho....., âge : 56 ans. Cœur normal.

Epaisseur : 21 cm. d = 6 cm.
a = 1 cm. 2
k = 0,84

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	6 cm. 8	6 cm. 2	6 cm. 4
DG' =	11 cm. 5	10 cm. 6	10 cm. 4
DD' =	4 cm. 6	5 cm.	5 cm. 2
D'G =	9 cm. 8	9 cm. 5	9 cm. 5
H =	11 cm. 9	10 cm. 9	10 cm. 9

Malade n° 8. — Mad. Pa..... de La....., âge : 45 ans. Cœur normal.

Epaisseur : 20 cm. 3. d = 6 cm.
a = 0 cm. 9
k = 0,88



Malade n° 14.

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 2	6 cm. 9	7 cm. 21
DG' =	12 cm. 2	10 cm. 8	11 cm. 7
DD' =	3 cm. 8	3 cm. 7	3 cm. 8
D'G =	9 cm. 7	8 cm. 6	9 cm. 2
H =	12 cm. 4	11 cm. 1	11 cm. 7

Malade n° 9. — Mad. Va....., âge : 40 ans. Maladie mitrale.

Epaisseur : 19 cm. 3. d = 6 cm.
a = 1 cm.
k = 0.85

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 9	10 cm. 3	8 cm.
DG' =	16 cm. 5	16 cm. 7	16 cm. 8
DD' =	6 cm. 1	8 cm. 2	8 cm. 4
D'G =	15 cm.	14 cm. 8	14 cm. 9
H =	18 cm. 1	18 cm. 2	18 cm. 4

Malade n° 10. — Mad. Dr....., âge : 23 ans. Cœur normal.

Epaisseur : 18 cm. 2. d = 6 cm.
a = 0 cm. 8
k = 0,88

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 5	7 cm. 8	8 cm. 18
DG' =	11 cm. 6	11 cm. 2	11 cm. 8
DD' =	5 cm. 8	5 cm. 5	5 cm. 8
D'G =	9 cm. 5	8 cm. 7	9 cm. 4
H =	10 cm.	9 cm. 3	9 cm. 7

Malade n° 11. — Mad. Trin....., âge : 58 ans. Maladie mitrale et arythmie complète.

Epaisseur : 23 cm. 6. d = 6 cm.
a = 1 cm. 5
k = 0,8

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	10 cm. 2	8 cm. 4	8 cm. 4
DG' =	14 cm. 2	13 cm. 8	12 cm. 9
DD' =	5 cm. 3	5 cm. 7	5 cm. 7
D'G =	11 cm. 6	11 cm. 9	11 cm. 6
H =	15 cm. 2	15 cm.	14 cm. 4

Malade n° 12. — M. Ro....., âge : 33 ans. Insuffisance mitrale.

Epaisseur : 20 cm. 8. d = 10 cm.
a = 0 cm. 8
k = 0,92

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 5	8 cm.	7 cm. 7
DG' =	15 cm. 3	15 cm. 4	14 cm. 35
DD' =	6 cm. 4	5 cm. 8	5 cm. 6
D'G =	13 cm. 8	13 cm.	14 cm. 1
H =	17 cm. 1	15 cm. 6	15 cm. 7

Malade n° 13. — M. Jen....., âge : 61 ans. Hypertension.

Epaisseur : 25 cm. d = 10 cm.
a = 1 cm. 5
k = 0,86

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	11 cm. 9	12 cm.	11 cm. 3
DG' =	19 cm. 7	20 cm.	18 cm. 94
DD' =	8 cm. 5	9 cm. 6	8 cm. 8
D'G =	9 cm. 2	13 cm. 3	12 cm. 7
H =	17 cm. 3	18 cm. 1	16 cm. 8

Malade n° 14. — M. Rou....., âge : 17 ans. Insuffisance aortique.

Epaisseur : 19 cm. d = 10 cm.
a = 0 cm. 9
k = 0,91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	12 cm.	11 cm. 5	11 cm. 7
DG' =	14 cm. 9	15 cm. 1	15 cm.
DD' =	6 cm. 1	6 cm. 7	6 cm. 1
D'G =	10 cm. 4	10 cm. 2	10 cm. 55
H =	12 cm. 8	12 cm. 3	12 cm. 5



Malade n° 17 (téléradiographie, double projection).

Malade n° 15. — M. Marg....., âge : 25 ans. Maladie mitrale, insuffisance aortique.

Epaisseur : 21 cm. 2. d = 10 cm.
a = 0 cm. 9
k = 0,91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	8 cm. 4	7 cm. 6	7 cm. 8
DG' =	16 cm. 1	16 cm. 1	16 cm.
DD' =	7 cm.	5 cm. 7	6 cm. 2
D'G =	12 cm. 8	12 cm. 9	13 cm. 1
H =	14 cm.	14 cm. 9	15 cm. 2

Malade n° 16. — Mad. Her....., âge : 52 ans. Asystolie.

Epaisseur : 19 cm. 5. d = 10 cm.
a = 1 cm. 2
k = 0,88

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	9 cm.	8 cm. 3	8 cm. 2
DG' =	14 cm. 7	17 cm.	16 cm. 2
DD' =	6 cm. 8	7 cm. 7	7 cm. 2
D'G =	14 cm. 2	14 cm. 7	13 cm. 9
H =	16 cm. 5	16 cm. 8	16 cm. 4

Malade n° 17. — Mad. Pell....., âge : 26 ans. Cœur normal.

Epaisseur : 21 cm. 2. d = 10 cm.
a = 0 cm. 8
k = 0,92

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 1	7 cm.	7 cm. 5
DG' =	11 cm.	11 cm. 3	11 cm. 5
DD' =	4 cm. 9	5 cm. 3	4 cm. 8
D'G =	9 cm. 5	8 cm. 7	9 cm. 1
H =	10 cm. 8	10 cm. 7	10 cm. 8

Malade n° 18. — M. Gaub, âge : 15 ans. Persistance du canal artériel.

Epaisseur : 19 cm. d = 10 cm.
a = 0 cm. 8
k = 0,91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	7 cm. 3	6 cm. 9	7 cm. 4
DG' =	12 cm. 5	11 cm. 8	12 cm. 6
DD' =	6 cm. 8	5 cm. 6	6 cm. 6
D'G =	9 cm. 8	9 cm. 8	10 cm. 2
H =	11 cm. 4	10 cm. 8	11 cm. 6

Malade n° 19. — Mad. Charl....., âge : 27 ans. Rétrécissement mitral.

Epaisseur : 18 cm. 5. d = 10 cm.
a = 0 cm. 6
k = 0,94

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	5 cm.	5 cm. 7	5 cm.
DG' =	11 cm. 7	11 cm. 8	12 cm. 5
DD' =	5 cm. 9	4 cm.	4 cm. 9
D'G =	9 cm. 6	10 cm. 2	10 cm. 7
H =	10 cm. 7	11 cm. 5	11 cm. 8

Malade n° 20. — Mad. Gaut....., âge : 28 ans. Insuffisance aortique.

Epaisseur : 20 cm. d = 10 cm.
a = 0 cm. 9
k = 9,17

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	10 cm.	9 cm. 6	10 cm. 2
DG' =	14 cm.	12 cm.	13 cm. 3
DD' =	7 cm.	6 cm. 3	6 cm. 6
D'G =	9 cm. 7	9 cm. 9	10 cm. 27
H =	11 cm. 6	10 cm. 2	11 cm.

Malade n° 21. — Mad. Rouil....., âge : 52 ans. Hodgson.

Epaisseur : 20 cm. d = 10 cm.
a = 0 cm. 9
k = 0,91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	8 cm. 8	10 cm. 2	9 cm. 4
DG' =	15 cm.	15 cm. 6	14 cm. 6
DD' =	4 cm. 1	4 cm. 5	4 cm. 7
D'G =	11 cm. 3	11 cm.	11 cm. 3
H =	15 cm. 1	14 cm. 8	14 cm. 9

Malade n° 22. — Mad. Leg....., âge : 38 ans. Rétrécissement mitral.

Epaisseur : 20 cm.

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	6 cm. 3	4 cm. 7	5 cm. 8
DG' =	13 cm. 6	12 cm. 3	13 cm.
DD' =	6 cm. 1	5 cm. 1	5 cm. 8
D'G =	12 cm. 1	10 cm. 3	11 cm. 3
H =	13 cm. 6	11 cm. 3	12 cm.

Malade n° 23. — M. Herx....., âge : 27 ans. Rétrécissement mitral.

Epaisseur : 21 cm. 4.

d = 10 cm.

a = 0 cm. 9

k = 0,91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	6 cm. 7	6 cm. 9	7 cm.
DG' =	14 cm. 5	14 cm. 3	14 cm. 6
DD' =	7 cm. 8	7 cm. 8	7 cm. 9
D'G =	11 cm. 5	12 cm. 1	12 cm. 2
H =	14 cm. 3	14 cm. 2	14 cm. 2

Malade n° 24. — M. For....., âge : 52 ans. Hodgson.

Epaisseur : 21 cm.

d = 10 cm.

a = 0 cm. 6

k = 0,94

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	8 cm. 5	8 cm. 4	9 cm. 1
DG' =	13 cm. 5	12 cm. 8	13 cm. 2
DD' =	6 cm. 2	6 cm. 2	5 cm. 6
D'G =	10 cm. 5	10 cm. 6	10 cm. 9
H =	13 cm. 1	11 cm. 8	12 cm. 6

Malade n° 25. — M. Hig..... Rétrécissement mitral.

Epaisseur : 22 cm. 5. $d = 10$ cm.
 $a = 0$ cm. 9
 $k = 0$ cm. 91

	Orthodiagramme	Téléradiographie (Correction Surmont)	Double projection
GG' =	9 cm. 8	9 cm. 3	9 cm. 4
DG' =	16 cm. 2	17 cm.	15 cm. 8
DD' =	7 cm. 7	7 cm. 9	7 cm. 6
D'G =	13 cm. 7	14 cm.	14 cm. 1
H =	15 cm. 7	14 cm. 9	15 cm. 6

§ 2. — Etude critique

Avant d'aborder la comparaison des trois méthodes de mensuration actuellement utilisées en cardio-radiologie, nous voudrions rechercher tout d'abord les facteurs dont dépend l'erreur commise au cours de la mesure, et essayer de déterminer la valeur de cette erreur.

En orthodiagraphie, mis à part l'acuité visuelle, nous pensons que l'erreur est fonction de quatre grands facteurs, à savoir : le défaut de centrage, l'épaisseur de la glace protectrice recouvrant l'écran, les mouvements du cœur, le trait de crayon.

A chaque point du contour cardiaque, trois faits sont possibles quant au centrage : ou bien le rayon normal est tangent au contour, ou bien l'image est fournie par un rayon oblique, dirigé de dehors en dedans, ou encore le rayon oblique se dirige de dedans en dehors.

Pour connaître l'erreur consécutive à chacun de ces centrages, il convient, non pas d'en considérer les conséquences en un point du contour, mais bien de s'efforcer d'en envisager le résultat aux extrémités du diamètre.

Quatre manières de déterminer les points sont possibles :

- 1) Les extrémités sont repérées à l'aide du rayon normal ;
- 2) L'erreur de centrage est commise une fois en dehors, une fois en dedans ;
- 3) L'une des extrémités étant repérée à l'aide du rayon normal, l'autre extrémité est déterminée, le rayon étant oblique en dedans ou en dehors ;

4) Au cours de la prise des images des extrémités du diamètre, le centrage est fait soit en dedans, soit en dehors.

D'où il résulte :

Pour 1) l'image représente exactement en grandeur le diamètre objet ;

Pour 2) l'erreur de centrage se compense ;

Pour 3) et 4) l'image est ou plus petite ou plus grande.

Soient donc 50 % des cas, où il est possible de connaître exactement le diamètre.

En pratique, il est impossible de préciser la manière dont le centrage a été pratiqué (même en matérialisant le rayon normal à l'aide d'une croisée de fils opaques aux rayons) l'erreur reste indéterminée quant à sa valeur.

L'épaisseur de la glace n'est pas négligeable puisqu'elle est de l'ordre de 2 centimètres environ, d'où il résulte que si l'œil de l'observateur n'est pas strictement dans le prolongement du rayon normal, le point image est donné par un rayon plus ou moins dévié ; pratiquement l'erreur, là encore, ne peut être chiffrée. Ajoutons que M. le Docteur Vignal a signalé une erreur due à la diffusion, qu'il estime de l'ordre de grandeur de 5 millimètres.

Il en sera de même pour l'influence des battements du cœur : Sauf certains cas particuliers (grande amplitude de battements, c'est-à-dire différence de un centimètre au moins, entre la situation du point considéré du contour, à la diastole et à la systole) l'observateur ne peut affirmer avoir pris son tracé à un temps ou à l'autre de la révolution cardiaque.

Chaque point du contour résulte d'une impression visuelle moyenne, ce qui nous conduit à penser qu'au cours de la prise d'un orthodiagramme par plusieurs observateurs entraînés, les différences obtenues entre les tracés tiennent à ce fait que les uns marquent le point le plus près de la diastole, les autres plus près de la systole, et nous avons pu ainsi constater le fait que certain observateur voit systématiquement plus grand, un autre, systématiquement plus petit ; ajoutons qu'il n'est pas impossible d'obtenir deux orthodiagrammes sensiblement superposables, si les deux radiologistes voient l'un et l'autre plus petit ou plus grand.

Quant à l'épaisseur du trait de crayon, elle n'est pas négli-

geable puisqu'elle peut atteindre un millimètre, soit deux millimètres aux extrémités d'un diamètre.

Par l'entraînement, l'observateur peut améliorer l'erreur de centrage, déterminer son point image aussi exactement que possible, mais il n'en restera pas moins que l'erreur, commise au cours de la prise d'un tracé orthodiagraphique, ne pourra être déterminée de façon certaine ; disons cependant que des auteurs en ont donné une valeur approchée.

A. Köhler écrit : « La limite d'erreur possible atteint 1 à 2 centimètres dans l'orthodiagraphie, mais les roentgenologues professionnels ajoutent qu'un observateur *expérimenté, seul, ne dépassera pas ce chiffre.* »

MM. Vaquez et Bordet la considèrent comme étant plus petite : ils l'estiment de l'ordre de 4 à 5 millimètres environ. Dietlen la fixe également à 5 millimètres.

Pour la téléradiographie, l'erreur est calculable ; ainsi que le fait remarquer Köhler, ce ne sont pas des erreurs, mais plutôt des conséquences calculables des projections et l'auteur ajoute :

« Les lois physiques ne commettent pas d'erreur ! les 3 à 5 millimètres sont toujours en trop, jamais en moins, il faut les décompter du diamètre de l'ombre. »

Un double facteur conditionne l'agrandissement résultant de la projection conique (à l'aide du rayonnement Roentgen), du plan des diamètres du cœur sur le plan du film : nous voulons dire la distance focus-plaque, la distance du plan des diamètres au plan du film.

Des auteurs l'ont soupçonné : les uns, comme Köhler, montrent que, si pour une distance focus-film de 1 m. 50 l'agrandissement est de deux à quatre millimètres, il tombe à 1 m/m 7 pour une distance de 2 mètres.

D'autres étudient la variation de l'agrandissement de l'image, en fonction du double facteur. Josué, avec Delherm et Laquerrière ont déterminé les dimensions de l'image d'une lame de plomb de 100 millimètres de longueur : ils l'ont radiographiée à des distances focus-film de 0 m. 75, 1 m. 50 et 3 mètres, plaçant dans une première série d'essais la lame à 8 centimètres de l'écran, et dans une seconde série à 15 centimètres de l'écran ; ils ont abouti aux résultats suivants :

Distances focus-film de :		0 m. 75	1 m. 50	3 m.
Distance de la lame de plomb à l'écran	8 cm.	113 mm.	107 mm.	103 mm.
	15 cm.	126 mm.	112 mm.	105 mm.

Plus récemment Jaubert de Beaujeu (Tunis) plaçant une réglette de plomb de 10 centimètres, à 16 centimètres de l'écran, obtient une image de 10 cm. 35, le tube étant à 3 m. 50 du plan du film ; le même auteur montre qu'une bouteille de 99 millimètres de diamètre, dont l'axe est à 16 centimètres de l'écran, donne une image de 102 millimètres de diamètre, après téléradiographie à 3 m. 50.

M. le Docteur Belot est allé plus loin et MM. Josué, Delherm et Laquerrière publient, dans leur article, la note qui leur fut donnée :

« L'étude des triangles semblables obtenus en faisant la construction géométrique de la projection radiographique conduit à l'expression suivante :

$$E = \frac{d\delta}{2(\Delta - \delta)}$$

dans laquelle

E = moitié de la déformation cherchée ;

d = plan médian (correspond à la plus grande dimension de l'objet) ;

δ = distance de la plaque au plan médian ;

Δ = distance foyer-plaque.

« Cette expression donne une valeur représentant la moitié seulement de l'agrandissement total linéaire de la dimension considérée. »

Nous avons pu calculer cette distance ; en effet, partant de la 2^e relation :

$$\frac{d}{a} = \frac{H - h}{h}$$

nous avons la valeur de h :

$$h = H \times \frac{a}{d + a}$$

En classant d'une part les sujets normaux, d'autre part les sujets pathologiques, nous aboutissons aux deux tableaux suivants:

TABLEAU I. — (*Cœur normal*)

SUJET	ÉPAISSEUR	H
10	18 cm. 2	6 cm. 99
5	19 cm. 3	8 cm. 31
6	20 cm.	9 cm.
III	20 cm.	10 cm. 8
8	20 cm. 5	7 cm. 26
7	21 cm.	9 cm. 76
V	21 cm.	7 cm. 93
17	21 cm. 2	8 cm. 1
I	22 cm.	9 cm. 43
II	23 cm.	8 cm. 82
2	24 cm. 5	7 cm. 74

TABLEAU II. — (*Cœur pathologique*)

MALADES	DIAGNOSTIC	ÉPAISSEUR	H
19	Rétrécissement mitral compensé	18 cm. 5	5 cm. 91
14	Maladie mitrale	19 cm.	8 cm.
18	Persistance de canal artériel	19 cm.	8 cm. 22
9	Maladie mitrale en asystolie	19 cm. 3	8 cm. 9
16	Maladie mitrale	19 cm. 5	11 cm. 94
20	Insuffisance aortique (compensée)	20 cm.	8 cm. 3
21	Hodgson	20 cm.	9 cm.
22	Rétrécissement mitral	20 cm.	8 cm.
1	Hodgson	20 cm. 6	10 cm. 31
12	Insuffisance mitrale	20 cm. 8	8 cm. 07
24	Hodgson	21 cm.	7 cm.
15	Maladie mitrale compensée	21 cm. 2	8 cm. 9
23	Rétrécissement mitral (asystolie)	21 cm. 4	10 cm. 4
25	Rétrécissement mitral	22 cm. 5	8 cm. 4
4	Maladie mitrale	23 cm.	9 cm. 88
IV	Rétrécissement mitral	23 cm.	10 cm. 71
11	Maladie mitrale (arythmie complète) ..	23 cm. 6	12 cm. 72
13	Hypertension	25 cm.	13 cm. 76
3	Aortite spécifique	25 cm.	8 cm. 6

Il en résulte que pour les cœurs normaux, mis à part un facteur constitutionnel, la distance (plan des diamètres, plan du film) est sensiblement croissante avec l'épaisseur du sujet.

Pour les cœurs pathologiques, l'état de dilatation intervient en éloignant du plan du film, le plan des diamètres cardiaques. Cette variation de distance n'est d'ailleurs pas négligeable ; la valeur minima est de 5 cm. 9, la valeur maxima de 13 cm. 76.

Partant de la formule plus haut citée, nous avons cherché, d'une part l'erreur commise pour ces deux valeurs pour une distance de téléradiographie de 2 mètres, d'autre part la distance de téléradiographie utilisable pour s'assurer d'une erreur constante de 5 % ; nous aboutissons aux résultats suivants :

Distance de téléradiographie = 2 mètres.

$$\begin{array}{ll} \delta = 5 \text{ cm. } 9 & E = 1,2 \text{ pour } 100 \\ \delta = 13 \text{ cm. } 76 & E = 7,8 \text{ pour } 100 \end{array}$$

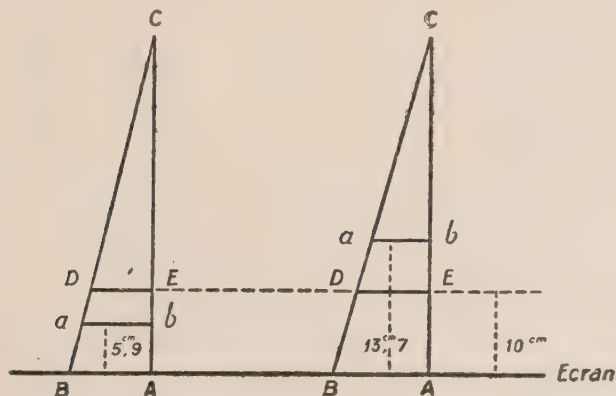
Erreur constante : 5 %.

$$\begin{array}{ll} \delta = 5 \text{ cm. } 9 & \Delta = 1 \text{ m. } 24 \\ \delta = 13 \text{ cm. } 76 & \Delta = 2 \text{ m. } 88 \end{array}$$

M. le Docteur Surmont corrige l'agrandissement de l'image, en fixant la distance plan des bords du cœur, plan du film à 10 cm. Corriger ainsi aboutit à un écart avec la valeur réelle :

1) Pour les distances inférieures à la distance moyenne, la correction seon la méthode de M. Surmont donne un chiffre plus petit que la valeur réelle.

2) Pour les distances supérieures à 10 cm., la correction aboutit à une valeur plus grande que la valeur réelle.



Le procédé garde sa valeur, en partant du chiffre exact exprimant la distance (plan des diamètres, plan du film), que l'on peut calculer, à partir de H, distance focus-film, par le rapport $\frac{a}{d+a}$.

La double projection donne la valeur du diamètre cherché, mais, comme tout procédé de mensuration, avec une erreur tenant à la technique même.

Rappelons que l'expression numérique du diamètre est donnée par

$$i \propto \frac{d}{d+a}$$

c'est-à-dire que le diamètre est fonction de paramètres sur lesquels portera la mesure : l'erreur commise au cours de la mensuration est la somme des erreurs commises au cours des mensurations desdits paramètres.

Si E désigne l'erreur, nous aurons

$$E_x = E_i + 2 E_d + E_a$$

Nous admettons que nos mensurations sont faites avec une erreur absolue de $\frac{5}{10}$ de mm.
d'où

$$E_x = \frac{\frac{5}{10}}{120} + 2 \frac{\frac{5}{10}}{60} + \frac{\frac{5}{10}}{10} \quad [1]$$

si $d = 60$ mm.,

$a = 10$ mm.,

$i = 120$ mm.

d'où

$$E_x \approx 5 \%$$

Le décalage du tube, entre la prise des deux radiographies entraîne-t-il une erreur appréciable. Vu la distance utilisée, l'écart entre les points de tangence des deux cônes de rayons X issus du tube dans ses positions est faible : l'angle de décalage par rapport au plan de plus grands diamètres est de l'ordre de 2° : l'erreur est négligeable et est comprise dans les 5 %.

§ 3. — Comparaison des mensurations

Dans ce but, nous avons cherché à connaître une valeur, que nous qualifierons de réelle : nous l'avons obtenue en partant de la

Malade	h	Distance en cm. au rayon normal α_0								Valeur réelle	Ortho	Correction	Double projection
		G		G'		D'							
		Surmont	d. p.	S.	d. p.	S.	d. p.						
19	5 cm. 91	5 cm. 6	5 cm. 7	7 cm. 3	7 cm. 4	4 cm. 7	4 cm. 8	GG' D'G H	5 cm. 3 10 cm. 6 11 cm. 8	5 cm. 6 9 cm. 7 10 cm. 7	5 cm. 2 10 cm. 5 11 cm. 8	5 cm. 7 10 cm. 8 11 cm. 8	
10	6 cm. 99	4 cm. 2	4 cm. 3	4 cm. 4	4 cm. 5	4 cm. 4	4 cm. 5	GG' D'G H	8 cm. 2 9 cm. 3 9 cm. 7	7 cm. 5 9 cm. 5 10 cm.	7 cm. 8 8 cm. 7 9 cm. 3	8 cm. 18 9 cm. 4 9 cm. 7	
24	7 cm.	5 cm. 2	5 cm. 4	7 cm. 2	7 cm. 4	5 cm. 6	5 cm. 8	GG' D'G H	9 cm. 11 cm. 12 cm. 5	8 cm. 5 10 cm. 5 13 cm. 1	8 cm. 4 10 cm. 6 11 cm. 8	9 cm. 1 10 cm. 9 12 cm. 6	
8	7 cm. 26	4 cm. 5	4 cm. 7	7 cm. 7	8 cm. 4	4 cm.	4 cm. 2	GG' D'G H	7 cm. 3 9 cm. 1 11 cm. 6	7 cm. 2 9 cm. 7 12 cm. 4	6 cm. 9 8 cm. 6 11 cm. 1	7 cm. 21 9 cm. 2 11 cm. 7	
2	7 cm. 74	4 cm. 3	4 cm. 4	8 cm.	8 cm. 1	4 cm. 8	5 cm.	GG' D'G H	8 cm. 6 9 cm. 4 12 cm. 4	7 cm. 3 8 cm. 9 12 cm. 1	8 cm. 2 9 cm. 2 11 cm. 8	8 cm. 6 9 cm. 4 12 cm. 3	
14	8 cm.	4 cm. 5	4 cm. 6	10 cm. 1	10 cm. 2	5 cm. 5	5 cm. 6	GG' D'G H	11 cm. 7 10 cm. 5 12 cm. 7	12 cm. 10 cm. 4 12 cm. 8	11 cm. 5 10 cm. 2 12 cm. 3	11 cm. 7 10 cm. 55 12 cm. 5	
22	8 cm.	4 cm. 1	4 cm. 3	5 cm. 5	5 cm. 7	6 cm.	6 cm. 2	GG' D'G H	5 cm. 3 10 cm. 9 11 cm. 9	6 cm. 3 12 cm. 1 13 cm. 6	4 cm. 7 10 cm. 3 11 cm. 3	5 cm. 8 11 cm. 3 12 cm.	

Malade	h	Distance en cm. au rayon normal de							Valeur réelle	Ortho	Correction	Double projection
		G		G'		D'						
		Surmont	d. p.	S	d. p.	S	d. p.					
12	8 cm. 07	6 cm. 1	6 cm. 2	9 cm. 8	9 cm. 9	6 cm. 8	6 cm. 9	GG' D/G H	7 cm. 8 15 cm. 5 15 cm. 8	7 cm. 5 13 cm. 8 17 cm. 1	8 cm. 13 cm. 15 cm. 6	7 cm. 7 14 cm. 1 15 cm. 7
17	8 cm. 1	4 cm. 2	4 cm. 3	6 cm. 4	6 cm. 6	4 cm. 6	4 cm. 7	GG' D/G H	7 cm. 4 9 cm. 1 10 cm. 9	7 cm. 1 9 cm. 5 10 cm. 8	7 cm. 8 cm. 7 10 cm. 7	7 cm. 5 9 cm. 1 10 cm. 85
18	8 cm. 22	4 cm. 2	4 cm. 3	7 cm. 1	7 cm. 2	5 cm. 6	5 cm. 8	GG' D/G H	7 cm. 3 10 cm. 3 11 cm. 5	7 cm. 3 9 cm. 8 11 cm. 4	6 cm. 9 9 cm. 8 10 cm. 8	7 cm. 4 10 cm. 26 11 cm. 6
20	8 cm. 3	4 cm. 9	5 cm. 1	7 cm. 4	7 cm. 6	5 cm.	5 cm. 2	GG' D/G H	10 cm. 1 10 cm. 3 10 cm. 9	10 cm. 9 cm. 7 11 cm. 6	9 cm. 6 9 cm. 9 10 cm. 2	10 cm. 2 10 cm. 27 11 cm.
5	8 cm. 34	3 cm. 3	3 cm. 3	8 cm.	8 cm. 1	4 cm. 6	4 cm. 7	GG' D/G H	8 cm. 9 8 cm. 3 11 cm. 6	7 cm. 4 8 cm. 6 11 cm. 4	8 cm. 6 7 cm. 8 11 cm. 2	8 cm. 8 8 cm. 34 11 cm. 3
25	8 cm. 4	6 cm.	6 cm. 1	8 cm. 4	8 cm. 5	8 cm. 2	8 cm. 3	GG' D/G H	9 cm. 6 14 cm. 2 15 cm. 7	9 cm. 8 13 cm. 7 15 cm. 7	9 cm. 3 14 cm. 14 cm. 9	9 cm. 4 14 cm. 1 15 cm. 6
3	8 cm. 6	4 cm. 9	4 cm. 95	10 cm. 1	10 cm. 3	6 cm. 7	6 cm. 8	GG' D/G H	10 cm. 11 cm. 8 15 cm. 3	9 cm. 3 11 cm. 2 15 cm. 6	9 cm. 7 11 cm. 1 15 cm.	9 cm. 8 11 cm. 7 15 cm. 3

Malade	h	Distance en cm. au rayon normal de						Valeur réelle	Ortho	Correction	Double projection	
		G		G'		D'						
		Surmont	d. p.	S.	d. p.	S.	d. p.					
9	8 cm. 9	6 cm. 3	6 cm. 4	10 cm.	10 cm. 1	9 cm.	9 cm. 1	GG' D/G H	10 cm. 4 15 cm. 1 18 cm. 5	7 cm. 9 15 cm. 18 cm. 1	10 cm. 3 14 cm. 8 18 cm. 2	8 cm. 14 cm. 9 18 cm. 4
15	8 cm. 9	5 cm. 2	5 cm. 4	7 cm. 8	7 cm. 9	7 cm. 7	7 cm. 9	GG' D/G H	7 cm. 7 13 cm. 2 15 cm. 3	8 cm. 4 12 cm. 8 14 cm.	7 cm. 6 12 cm. 9 14 cm. 9	7 cm. 8 13 cm. 1 15 cm. 2
6	9 cm.	4 cm. 3	4 cm. 4	5 cm. 2	5 cm. 3	4 cm. 5	4 cm. 6	GG' D/G H	6 cm. 4 8 cm. 9 8 cm. 3	6 cm. 7 8 cm. 5 8 cm. 8	6 cm. 2 8 cm. 7 8 cm. 1	6 cm. 4 8 cm. 9 8 cm. 3
21	9 cm.	5 cm. 9	6 cm. 1	10 cm. 5	11 cm.	5 cm. 6	5 cm. 2	GG' D/G H	10 cm. 4 11 cm. 3 15 cm.	8 cm. 8 11 cm. 3 15 cm. 1	10 cm. 2 11 cm. 14 cm. 8	9 cm. 4 11 cm. 3 14 cm. 9
7	9 cm. 76	4 cm. 2	4 cm. 2	6 cm. 8	6 cm. 8	5 cm. 3	5 cm. 3	GG' D/G H	6 cm. 3 9 cm. 5 10 cm. 9	6 cm. 8 9 cm. 8 11 cm. 9	6 cm. 2 9 cm. 5 10 cm. 9	6 cm. 2 9 cm. 5 10 cm. 9
4	9 cm. 88	6 cm. 5	6 cm. 5	9 cm. 8	9 cm. 8	6 cm. 5	6 cm. 5	GG' D/G H	11 cm. 12 cm. 4 15 cm.	10 cm. 1 12 cm. 6 14 cm. 7	11 cm. 12 cm. 4 15 cm.	10 cm. 9 12 cm. 5 14 cm. 9
1	10 cm. 31	6 cm. 3	6 cm. 3	9 cm. 1	9 cm. 1	4 cm. 9	4 cm. 9	GG' D/G H	10 cm. 2 10 cm. 7 13 cm.	11 cm. 2 10 cm. 4 13 cm. 8	10 cm. 2 10 cm. 7 13 cm.	10 cm. 3 10 cm. 7 13 cm.

Malade	h	Distance en cm. au rayon normal de								Valeur réelle	Ortho	Correction	Surmont	Double projection
		G		G'		D'								
		Surmont	d. p.	S.	d. p.	S.	d. p.							
23	10 cm. 4	5 cm. 1	5 cm. 1	6 cm. 8	6 cm. 8	6 cm. 9	6 cm. 9	GG' D'G H	6 cm. 9 12 cm. 1 14 cm. 2	6 cm. 7 11 cm. 5 14 cm. 3	6 cm. 9 12 cm. 1 14 cm. 2	7 cm. 3 12 cm. 2 14 cm. 2		
16	11 cm. 94	5 cm. 9	5 cm. 8	8 cm. 9	8 cm. 8	8 cm. 7	8 cm. 6	GG' D'G H	8 cm. 2 14 cm. 3 16 cm. 3	9 cm. 14 cm. 2 16 cm. 5	8 cm. 3 14 cm. 7 16 cm. 8	8 cm. 2 13 cm. 9 16 cm. 4		
11	12 cm. 72	5 cm. 5	5 cm. 4	8 cm. 5	8 cm. 3	6 cm. 6	6 cm. 5	GG' D'G H	8 cm. 3 11 cm. 6 14 cm. 5	10 cm. 2 11 cm. 6 15 cm. 2	8 cm. 4 11 cm. 9 15 cm.	8 cm. 4 11 cm. 6 14 cm. 4		
13	13 cm. 76	6 cm. 1	5 cm. 8	11 cm. 9	11 cm. 5	7 cm. 7	6 cm. 9	GG' D'G H	11 cm. 3 12 cm. 6 16 cm. 8	11 cm. 9 9 cm. 2 17 cm. 3	12 cm. 13 cm. 3 18 cm. 1	11 cm. 3 12 cm. 7 16 cm. 8		

distance (plan des diamètres, plan du film) que nous avons calculée pour chaque malade :

Nous donnons donc pour chacun d'eux :

1) La situation des points G, G' (1) et D' par rapport au rayon normal, la correction étant faite pour 10 cm. (Surmont) et la valeur *h* (double projection).

2) La valeur réelle et celle selon les trois méthodes pour les diamètres H, GG' D'G.

La difficulté de placer le point D, entraînant une grande variabilité dans la valeur des diamètres DD' et DG' nous n'en avons pas tenu compte pour la comparaison.

Il résulte de ce tableau qu'en calculant l'écart moyen, pour les trois méthodes, on aboutit aux résultats :

orthodiagramme, écart moyen	6 mm. 6
télédiographie (correction Surmont) écart moyen	3 mm. 5
double projection, écart moyen	1 mm. 4

§ 4. — *L'examen radiologique du cœur*

Tout d'abord nous poserons comme un principe absolu, la nécessité des deux temps de l'examen : la radioscopie et la radiographie. Les deux procédés ne sont pas opposés : ils se complètent mutuellement, et ne procéder qu'à l'une ou l'autre des deux méthodes est s'exposer à se priver d'une série de données qui manqueront lors de la discussion des signes en vue du diagnostic de l'affection.

Que peut fournir au clinicien l'exploration radiologique ? Pas un diagnostic, comme l'a écrit D. Routier : « L'appareil à rayons X ne doit pas être considéré comme une machine à faire des diagnostics. » La radiologie apporte un complément d'informations qu'il appartient au technicien (nous entendons par là, technique électroradiologique, technique d'interprétation) de baser sur des données quasi certaines. Le diagnostic de l'affection résultera de la discussion du faisceau d'éléments fournis par l'ensemble des signes recueillis par les diverses méthodes d'examen.

M. le Professeur Chaumet a résumé les attentes du clinicien.

« 1) Les dimensions générales du cœur sont normales et exa-

(1) Le point G' a été déterminé selon la construction de MM. Vaquez et Bordet.

gérées; 2) les différentes mensurations variables avec la forme de l'organe, sont en faveur soit d'un épanchement péricardique ou d'une augmentation de telle ou telle cavité, ou de plusieurs, ou de toutes. »

De ces données radiologiques le clinicien affirmera la réalité d'une affection douteuse, ou rectifiera le diagnostic de lésion ; la radiologie analysera un état clinique complexe, ou montrera la prépondérance de tel ou tel élément, enfin elle permettra d'apprécier l'adaptation ou la décompensation, réaction du cœur à l'affection qu'il présente.

La radioscopie doit occuper la première place car, à partir du document à deux dimensions, elle permet de reconstituer le volume du cœur examiné, sa situation dans l'espace. De l'aspect, sous les diverses incidences, l'observateur retire une impression de volume. La radioscopie met aussi en évidence « le dynamisme » du cœur, et les renseignements fournis sur les battements, leurs caractères, leur amplitude, leur nombre sont autant d'éléments qu'il importe de ne pas négliger.

Reste la mensuration des diamètres caractéristiques.

L'orthodiagramme, bien qu'étant du domaine de la radioscopie dite de précision n'a certes pas une rigueur mathématique, MM. Vaquez et Bordet y ont insisté, et si la méthode est suffisante, quant à ses résultats, pour les besoins de la clinique, « elle est loin d'avoir disent-ils, une précision géométrique, c'est de la comparaison de plusieurs tracés pris en série... que nous avons tiré des conclusions. »

Sur ce terrain, la radiographie à grandes distances apporte-t-elle un document objectif, à l'abri de tout coefficient personnel ? Du point de vue de la forme, oui : le document est impersonnel ;

Du point de vue de la mensuration, non : pour l'aire cardiaque, il subsiste l'imprécision des limites supérieure et inférieure de l'aire, pour les diamètres, subsiste la détermination du point G., point base de la construction.

A part l'exception posée du rétrécissement mitral, où, parfois quand il y a une forte saillie de l'aire moyen, le point G semble évident de siège sur la téléradiographie, pour tous les autres cas, il ne modifie, en rien de pathognomonique, le contour gauche du cœur. Aussi le repérage en reste-t-il radioscopique, et l'observateur intervient pour placer le repère opaque qui en marquera le siège sur le cliché.

L'usage d'appareil sélecteur comme celui de M. le Docteur Cottenot, ou l'emploi plus répandu de la méthode kymographique rendrait, en tant que mensuration des diamètres, cette dernière indépendante de l'observateur.

Aussi des auteurs, comme Lorentz, déclarent qu'aucune méthode n'est pleinement satisfaisante, d'autres, avec Perussia, préfèrent renoncer à la précision plus apparente que réelle des mesures.

Il faut alors conclure à l'association du radiologiste et du clinicien. « Dès lors, a écrit M. le Docteur Laubry, la radioscopie retrouve tous ses droits ; elle donne les impressions d'ensemble et de détails ; elle permet les curiosités dans un sens déterminé, les analyses, les dissociations des ombres par deux observateurs animés d'un esprit différent, s'attachant et s'encourageant mutuellement au grand profit de l'investigation. Qu'une anomalie soit repérée, qu'une silhouette ait besoin d'être fixée, qu'une dimension doive être relevée, l'orthodiagraphie intervient, et les fiches acquièrent alors force de loi.

Ainsi s'affirme « la puissance du chiffre, qui augmente la précision du radio-diagnostic, alors que seule l'impression pourrait dicter le diagnostic ». (1)

(1) M. le Professeur Chaumet.

CHAPITRE III

CONCLUSIONS

1) La radioscopie est le premier temps de l'examen radiologique du cœur : les différentes incidences, sous lesquelles, elle permet de faire défiler les séries d'images de l'organe, aboutissent à la reconstruction mentale du cœur dans l'espace.

2) La radiographie ne peut supplanter l'examen à l'écran : l'image obtenue n'est que l'expression du cœur fixé à un instant très court de sa vie physiologique ; considéré isolément, la valeur de ce document est par suite relative.

3) L'orthodiagraphie garde sa valeur, mais cette technique nécessite un observateur entraîné et restant constamment entraîné ; il y aurait intérêt à déterminer l'équation personnelle du radiologiste, celui-ci voyant systématiquement plus petit ou plus grand, selon que son impression visuelle le conduit à inscrire l'image du point de tangence du rayon normal avec le contour cardiaque, plus près de la diastole ou de la systole.

4) La téléradiographie n'a qu'une valeur relative au point de vue mensuration des diamètres cardiaques, puisque le point G doit être déterminé préalablement en radioscopie : cette intervention de l'observateur enlève par suite au document tout caractère impersonnel. Cependant une téléradiographie correcte vaut mieux qu'un mauvais orthodiagramme.

5) La téléradiographie n'aura de valeur objective que par l'usage d'appareil sélecteur (sélecteur du Dr Cottenot. — Méthode Kymographique) permettant en prenant le cœur en diastole et en systole, de déterminer le point G, par la rencontre des courbes du contour gauche, correspondant aux deux temps de la révolution cardiaque.

6) Les mensurations faites en téléradiographie doivent être corrigées : la dimension réelle du diamètre étant fonction du double

paramètre, la distance focus-film, la distance plan des diamètres, plan du film.

7) Les corrections, basées sur l'intéressante méthode du Docteur Surmont, aboutissent à une valeur présentant une incertitude de l'ordre de 3 mm. 5, en moyenne, en considérant que la distance (plan des diamètres, plan du film) a été évaluée à 10 cm. pour tous les sujets.

8) La valeur de cette distance n'est pas négligeable, elle doit être prise en considération d'une manière absolue si la correction veut être juste : (elle varie de 5 cm. 9 à 13 cm. 7 pour les vingt-cinq malades que nous avons examinés).

9) La double projection permet :

a) D'obtenir une valeur exacte des diamètres cardiaques à partir d'une radiographie, sans utiliser les distances téléradiographiques. (Imprécision moyenne, 1 mm. 4).

b) De corriger tout document radiographique, pris selon la méthode, quelle que soit la distance focus-film à l'aide de *l'indice de correction* :

$$\frac{d}{d + a}$$

c) De calculer la distance plan des diamètres—plan du film.

Vu le Doyen
BALTHAZARD

Vu le Président
CLERC

Vu et permis d'imprimer
Le Recteur
CHARLETY

BIBLIOGRAPHIE

1. ALELOKOFF. — Procédé nouveau pour déterminer les mensurations du cœur au moyen de la radioscopie.
(*Roussy Vratcht*, n° 5, 1914.)
2. ALWENS. — Radiographie « Eclair ».
(*Münich med. Wochens.*, avril 1911.)
3. ARCELIN. — Les formes de l'aire de projection du cœur pathologique. Etude de radioscopie orthogonale.
(*Thèse Lyon*, 1904.)
4. BÉCLÈRE (A.). — Introduction du *Traité de Radiologie* (Collection Sergent).
5. BÉCLÈRE (A.). — Sur la mensuration du cœur à l'aide des Rayons de Röntgen.
(*Société Médicale des Hôpitaux*, 1900.)
6. BÉCLÈRE (A.). — Emploi du diaphragme iris en radioscopie.
(*Archives d'El. Méd.*, octobre 1900.)
7. BÉCLÈRE (A.). — La radioscopie et la radiographie des organes splanch-
niques.
(*Congrès international de Radiologie*, 1902.)
8. BÉCLÈRE (A.). — Sur un voyage en Allemagne.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1910.)
9. BOUCHARD. — Nouvelle note sur l'application de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax.
(*C.R. de l'Ac. des Sc.*, 1896.)
10. BOUCHARD. — Quatrième note.
(*C.R. de l'Ac. des Sc.*, 1897.)
11. BOUCHARD. — *Traité de Radiologie* (1904).
12. BORDET. — Le diamètre horizontal du cœur.
(*Pratique médicale française*, 1931.)
13. CHARPY. — Dispositif d'orthodiagraphie.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1931.)
14. CHANTRAINE. — Über Weischstralaufnahmen der Lunge.
(*Rheinisch-Westfälische Röntg.*, 1929.)
15. CHAUMET. — Contribution à l'interprétation des orthodiagrammes du cœur.
(*Archives des Maladies du Cœur*, 1924.)
16. CHAUMET. — Exposé d'une méthode d'interprétation des orthodiagrammes du cœur.
(*Journal d'Electro-Radiologie*, 1927.)
17. — CHAUMET. — Considérationn critique sur les mensurations de l'image radiologique du cœur.
(*Arch. de Médecine militaire*, 1928.)
18. CLAUDE-BERNARD. — Introduction à l'étude de la Médecine expérimentale.
19. CLUZET. — Etude électro-cardiographique et radioscopique du cœur des athlètes.
(*Journal d'Electro-Radiologie*, 1918.)
20. COTTENOT. — Présentation d'un appareil sélecteur pour la prise des radio-
graphies du cœur.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1931.)
21. — DAUSSET. — Orthodiagrammes montrant l'augmentation anormale de l'aire cardiaque.
(*Journal d'Electro-Radiologie*, 1919.)
22. DAUVILLIERS. — Théorie générale des procédés de localisation (in Locali-
sation et extraction des projectiles).

23. DESTOT. — Mensuration du cœur par la radioscopie.
(*Lyon Médical*, nov. 1902.)
24. GRANT ALLAN (G.). — Radiology of the Heart.
(*Proceeding of the Royal S. of. Med.*, july 1931.)
25. GROEDEL. — Etude radiocinématographique du cœur.
(*Zeit. f. Chir. Med.*, Bd LXXII, p. 292.)
26. GROGNARD. — Le cœur à l'état normal.
(*Thèse Lyon*, 1903.)
27. GUILLEMINOT. — Dispositif permettant d'obtenir le graphique des projections normales en radioscopie clinique.
(*Arch. d'Elec. Méd.*, 1900.)
28. GUILLEMINOT. — Nouveau perfectionnement au cadre porte-ampoule et orthodiagraphie.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1910.)
29. HARET. — Le protecteur intégral en fonctionnement.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1930.)
30. HARET et FRAIN. — A propos de l'examen radiologique du cœur (Etude quantitative).
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1932.)
31. HODGES (P.-C.), de Pékin. — Comparaison entre la téléradiographie et l'orthodiagramme.
(*Am. Journal of Röntg.*, 1924.)
32. IMMELMANN. — Orthodiagraphie.
(*Congrès de Radiologie de Berlin*, 1905.)
33. JAUBERT DE BEAUJEU (Tunis). — La radiographie instantanée du cœur à 3 m. 50.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1931.)
34. JAUBERT DE BEAUJEU (Tunis). — Téléradiographie cardio-pulmonaire.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1931.)
35. JEAUJAS. — Précis de Radiodiagnostic.
36. JOSUE, DELHERM et LAQUERRIÈRE. — Note sur l'instrumentation et la technique de la téléradiographie.
(*Journal d'Electro-Radiologie*, juin 1914.)
37. KLASON (T.). — Sur l'ortho-projection du cœur sur un plan horizontal.
(*Acta Radiologica*, avril 1930.)
38. KOLHER (Alban). — Technik der Herstellung fost ortho-rentgenographischer...
(*Wiener Klin. Rundschau*, 1905.)
39. KOLHER (Alban). — Théorie et technique de la téléradiographie.
(*Archives of the Röntgen Ray*, avril 1908.)
40. KOLHER (Alban). — Röntgenologie (Traduction Meyer).
41. LAUBRY. — Diagnostic radiologique des affections du cœur.
(*Journal de Médecine et de Chirurgie*, juillet 1921.)
42. LÉVY-DORN. — Nouvel orthodiagraphie.
(*Arch. d'El. Méd.*, décembre 1904.)
43. LOISON. — Examen du cœur à la radioscopie.
(*Arch. d'El. Méd.*, 1904.)
44. LORENTZ (H.E.), de Breslau. — Détermination radiologique des dimensions du cœur.
(*Fortschritte auf d. g. der Röntg.*, mars 1922.)
45. MARIE et RIBAUT. — Mesure des distances en stéréoscopie.
(*Arch. d'El. Méd.*, juillet 1900.)
46. MAZÉRÈS. — Sur la mensuration de l'aire cardiaque : application de la méthode des quadratures.
(*Arch. d'El. Méd.*, mars 1919.)
47. MAZÉRÈS. — Sur le développement du ventricule gauche en profondeur : nouvelle méthode de mesure.
(*Arch. d'Electr. Méd.*, novembre 1930.)

- 48 MEYER et PFEIFFER. — Etude radiologique du cœur.
(*Med Gesells. in Kiel*, 2 février 1911.)
 49. MORET. — La vision en radioscopie.
(*Thèse-Paris*, 1926.)
 50. NEBOUT. — Orthodiagraphie du cœur.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1930.)
 51. OMBRÉDANNE et LEDOUX-LEBARD. — Localisation et extraction des projectiles (1917).
 52. PERRIN et MATHEVET. — Les dimensions du cœur de l'enfant.
(*Arch. des Mal. du cœur*, 1931.)
 53. PERUSSIA. — Méthode et valeur clinique de l'orthodiagraphie.
(*Il Policlinico*, mai 1919.)
 54. PERUSSIA. — Radiologie du cœur et des gros vaisseaux.
(*La Radiologia Medica*, 1921.)
 55. RÉCHOU. — Un appareil pour téléradioscopie.
(*Arch. d'El. Méd.*, 1913.)
 56. REVIGLIO. — Dispositif pour rendre plus aisé l'orthodiagraphie.
(*Journal d'Electro-Radiologie*, 1925.)
 57. REVIGLIO. — La valeur de l'image cardiaque orthodiagraphique.
(*Revista di Radiologia e Fisica Medica*, 1929.)
 58. ROUTIER (Daniel). — Considération générale sur la radiologie cardiaque
(*Journal de Méd. et Chirurgie pratique*, 1919.)
 59. SCHONBERG (Albers). — Détermination de l'aire cardiaque.
(*Fortsch. a. d. Gebiete der R.*, Bd XII, p. 38.)
 60. SURMONT (Paris). — Sur un point de technique téléradiographique du cœur et des vaisseaux de la base.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1930.)
 61. SURMONT (Paris). — La téléradiographie est le complément indispensable de l'examen radioscopique du cœur.
(*Presse Médicale*, janvier 1931.)
 62. THOYER-ROZAT, CODET, FISGOLD. — Exposé de la méthode kymographique du Dr Stumpsf.
(*Bull. et Mém. de la Sté de Radiologie*, 1932.)
 63. VARIOT et CHICOTOT. — Mensuration de l'aire cardiaque par radioscopie.
(*C. R. de l'Ac. des Sc.*, février 1898.)
 64. VAQUEZ et BORDET. — Radiologie du cœur et des vaisseaux de la base.
 65. VAQUEZ et BORDET. — Examen orthodiagraphique : des modifications pathologiques du volume du cœur.
(*Arch. d'El. Méd.*, 1910.)
 66. VAQUEZ et BORDET. — Utilité de la radioscopie et de l'orthodiagraphie dans l'examen du cœur.
(*Arch. d'El. Méd.*, 1911.)
 67. VAQUEZ et BORDET. — Le cœur et l'aorte (Etude de radiologie clinique).
(1928.)
-

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	17
CHAPITRE I. — Aperçu historique des méthodes de mensuration en cardio-radiologie	19
CHAPITRE II. — De la mensuration des diamètres du cœur	24
I. Méthodes actuelles	24
§ 1. — Orthodiagraphie	24
§ 2. — Téléradiographie	26
§ 3. — Méthode de correction du Dr Surmont	28
II. La double projection	29
III. Etude comparée	33
§ 1. — Mensurations	33
§ 2. — Etude critique	42
§ 3. — Comparaison	48
§ 4. — L'examen radiologique du cœur	53
CHAPITRE III. Conclusions	56
BIBLIOGRAPHIE	59

IMPRIMERIE POLYLOTTE VUIBERT
6, rue Martel — Paris (Xe).
